

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ФАКТОРІВ ПЛАТОСПРОМОЖНОСТІ ТА ЛІКВІДНОСТІ У КОМЕРЦІЙНИХ БАНКАХ

**В.А.Кушнір, В.П. Кравченко, Г.А.Кушнір**

Розглянуто вплив факторів на платоспроможність та ліквідність комерційного банку. Кластерним аналізом здійснено ранжирування факторів по ступеню їх впливовості.

Influence of factors is considered on solvency and liquidity of commercial bank. A cluster analysis is carrying out ranging of factors on the degree of their influential ness.

Ліквідність – важлива якісна характеристика діяльності банку, яка свідчить про його надійність і стабільність. Без ліквідності банк не може виконувати свої функції і проводити операції з обслуговування клієнтів, тому вирішення проблем ліквідності повинно мати найвищий пріоритет у роботі банку. Ліквідність банку впливає на його платоспроможність. В банківській практиці ліквідність є одним із основних і найбільш важких факторів, який визначає його фінансову стійкість. За допомогою математичної оцінки факторів платоспроможності та ліквідності можна виявити їх стійкість, визначити тенденції розвитку, та звернути увагу на слабкі місця і посилити розвиток ефективних напрямів роботи. Тож оцінка платоспроможності та ліквідності банку є потрібною як для керівництва банку, щоб знати результати своєї роботи, так і для клієнта.

Метою даної роботи є застосування кластерного аналізу для встановлення впливу факторів на платоспроможність та ліквідність банку.

Платоспроможність та ліквідність банку оцінюється шляхом розрахунку спеціальних показників:

- норматив адекватності регулятивного капіталу/платоспроможності  $H_2$ ;
- норматив адекватності основного капіталу  $H_3$ ;
- норматив миттєвої ліквідності  $H_4$ ;
- норматив поточної ліквідності  $H_5$ ;
- норматив строкової ліквідності  $H_6$ .

Дані показники включають наступні групи факторів табл.1

**Таблиця 1**

### Групи факторів платоспроможності та ліквідності

Показник	Фактори показника	Нормативне значення (вимоги НБУ)
Норматив адекватності регулятивного капіталу $H_2$ (платоспроможності)	$x_1$ - Регулятивний капітал; $x_2$ -Грошові кошти та залишки в НБУ; $x_3$ - Кошти в інших банках; $x_4$ – Цінні папери у портфелі банку;	Не менше, 8%

	$x_5$ - Кредитний портфель; $x_6$ - Необоротні активи.	
Норматив адекватності основного капіталу Н3	$x_1$ - Статутний капітал; $x_2$ - Резерви та фонди; $x_3$ - Емісійні різниці; $x_4$ - Загальні активи;	Не менше, 4%
Норматив миттєвої ліквідності Н4	$x_1$ - Високоліквідні активи (кошти у касі та на кореспондентських рахунках); $x_2$ - Кошти НБУ; $x_3$ - Кошти банків (поточні рахунки); $x_4$ - Кошти бюджету та позабюджетних фондів; $x_5$ - Поточні кошти фізичних осіб.	Не менше 20 %
Норматив поточної ліквідності Н5	$x_1$ - Високоліквідні активи (кошти до запитання, готівкові кошти, банківські метали, строкові депозити розміщені в НБУ, кошти на кореспондентських рахунках в НБУ, надані кредити); $x_2$ - Боргові цінні папери, що рефінансуються та емітовані НБУ; $x_3$ - Цінні папери на продаж; $x_4$ - Цінні папери власного боргу; $x_5$ - Кошти банків (до запитання); $x_6$ - Кошти бюджету.	Не менше 40%

Для визначення впливовості факторів за допомогою кластерного аналізу використовували статистичні данні банків Києва (табл.2). [1]

Таблиця 2

Норматив адекватності регулятивного капіталу Н2, млн. грн.

Фактори	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.
$x_1$ - Регулятивний капітал	268,690	594,500	891,400	1254,000
$x_2$ - Грошові кошти та залишки в НБУ	517,936	497,752	654,828	1058,608
$x_3$ - Кошти в інших банках	535,611	482,990	1164,632	909,940
$x_4$ - Цінні папери у портфелі банку	1579,863	322,509	310,991	330,185
$x_5$ - Кредитний портфель	2156,000	4670,057	7500,000	8600,000
$x_6$ - Необоротні активи	302,076	463,666	651,044	920,483

## Норматив адекватності основного капіталу Н3, млн.грн

Фактори	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.
$x_1$ - Статутний капітал	210,000	500,000	800,000	1000,000
$x_2$ -Резерви та фонди	7,521	14,425	90,348	102,054
$x_3$ -Емісійні різниці	0	0	2,898	2,508
$x_4$ -Загальні активи	5095,042	5978,275	9929,038	11859,442

## Норматив адекватності миттєвої ліквідності Н4, млн. грн.

Фактори	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.
$x_1$ -Високоліквідні активи	440,449	609,353	1473,883	1779,955
$x_2$ -Кошти НБУ	31,870	74,217	421,073	637,822
$x_3$ - Кошти банків(поточні рахунки)	99,644	224,215	999,262	1053,073
$x_4$ - Кошти бюджету та позабюджетних фондів	863,646	553,620	158,795	207,877
$x_5$ -Поточні кошти фізичних осіб	370,748	716,258	1150,916	1206,780

## Норматив адекватності поточної ліквідності Н5, млн. грн.

Фактори	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.
$x_1$ -Високоліквідні активи	440,449	609,353	1473,883	1779,955
$x_2$ -Боргові цінні папери, що рефінансуються та емітовані НБУ	31,870	74,217	421,073	637,822
$x_3$ -Цінні папери на продаж	99,644	224,215	999,262	1053,073
$x_4$ -Цінні папери власного боргу	863,646	553,620	158,795	207,877
$x_5$ - Кошти банків (до запитання);	370,748	716,258	1150,916	1206,780
$x_6$ Кошти бюджету	3194,488	2377,130	2365,747	2635,240

На основі наведених факторів за допомогою кластерного аналізу визначався їх вплив на об'єкт дослідження. Вихідним статистичним матеріалом багаметричного впорядкування факторів є матриця  $x$ , у якій строками є фактори, а стовпчиками – роки, які характеризують:

$$\begin{aligned} & x_{11}x_{12}\dots x_{1n}; \\ & x_{21}x_{22}\dots x_{2n}; \\ & \dots\dots\dots; \\ & x_{m1}x_{m2}\dots x_{mn}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

де  $x_{ij}$  - значення  $j$  – го показника, який вимірюється в  $i$  – му році:  $i=1,2,\dots, m, j= 1,2,\dots, n, n$ - кількість виміряних кількісно параметрів;  $m$ - роки, які аналізуються.

На основі матриці формували матрицю багатомірних відстаней між парами факторів, які були включені до упорядкування. Оскільки фактори

мають різні одиниці виміру, у цьому випадку для подальшої реалізації алгоритму приводили їх у безрозмірний вигляд за допомогою формули:

$$z_y = \frac{x_y}{\bar{x}_j} \quad (1.2)$$

де  $z_y$  - нормована ознака  $j$  для  $i$  - го року;  $x_y$  - вихідні значення  $j$  - го фактора на  $i$  - му році,  $\bar{x}_j$  - середньоарифметичне значення  $j$  - го фактора.

У результаті перетворення (1.1) визначаємо матрицю:

$$\begin{matrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n}; \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n}; \\ \dots & \dots & \dots & \dots; \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mn}. \end{matrix} \quad (1.3)$$

На основі матриці (1.3) формуємо матрицю багатомірних відстаней між парами об'єктів, які включені до упорядкування. В подальшому визначалась багатомірна евклідова відстань кожного фактора до еталону:

$$d_{io} = \left[ \sum_{j=1}^n (z_{y} - z_{oj})^2 \right]^{1/2} \quad (1.4)$$

Сукупність відстаней між парами факторів має вигляд симетричної матриці розміром  $m * n$ :

$$\begin{matrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m}; \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m}; \\ \dots & \dots & \dots & \dots; \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mm}. \end{matrix} \quad (1.5)$$

Оскільки матриця симетрична, то відстань буде  $d_{kp} = d_{pk}$ ;  $i = 1, 2, \dots, m$ .

На основі матриці відстаней (1.5) використовували наступний алгоритм багатомірного впорядкування факторів.

1. Вибираємо з матриці мінімальний елемент (крім діагональних).
2. Поєднуємо найбільш близькі фактори в одну групу і надаємо їй номер групи з найменшим значенням.
3. Перераховуємо відстань до знов відтвореного фактора до інших факторів:

$$d_{ir} = 1 / (n_i + n_r) [(n_i + n_p)d_{ip} + (n_i + n_q)d_{iq} - n_i d_{pq}], \quad (1.6)$$

де  $n_r = n_p + n_q$ ,  $n_i$  - кількість об'єктів у групі  $i$ , від якої визначаємо відстань знов відтвореної групи.

Таким чином, розраховуємо алгоритм доти поки дві групи факторів не поєднуються в один клас. Результати впорядкування надаємо графічно у вигляді дендограми. На осі відкладаємо евклідові відстані  $d_{io}$  між факторами, під нею будуємо дендограми. Зліва - номери факторів, які поєднуються. Виділяємо групи факторів і визначаємо типового представника даної групи. Типового представника, тобто найбільш розвиненого фактора у банках визначали за допомогою побудови матриці усіх парних відстаней між

факторами які увійшли у групи. Далі визначали суми відстаней по строкам і по мінімальній встановлювали типового представника групи.

Розраховуємо середнє значення евклідової відстані до усіх факторів за формулою:

$$\bar{d}_o = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m d_{io} \quad (1.7)$$

Середньоквадратичне відхилення багатомірних відстаней визначалося за формулою:

$$s_o = \left[ \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d_{io} - \bar{d}_o)^2 \right]^{1/2}, \quad (1.8)$$

та параметр  $d_o$ :

$$d_o = \bar{d}_o + 2s_o \quad (1.9)$$

Таксономічний коефіцієнт рівня кожного фактору розраховуємо за формулою:

$$\eta_i = 1 - \frac{d_{io}}{d_o}, \quad (1.10)$$

за допомогою якого встановлюється ступінь розвиненості факторів.

Ступінь розвиненості впливових факторів на платоспроможність і ліквідність та їх взаємодія визначалося кластерним аналізом, шляхом побудови матриці багатомірних відстаней між факторами.

Фактори оцінювались по евклідовій відстані за одержаними розрахунками і будувались дендрограми упорядкування факторів з визначенням груп та їх типових представників, шляхом поділу дендрограми на класи.

Після проведення розрахунків за вище викладеною методикою були отримані наступні результати які наведені у таблиці 3.

Типовий представник першої групи Н2 (нормативу адекватності регулятивного капіталу) є  $x_1$  – регулятивний капітал, оскільки розрахункові дані показали що він знаходиться найближче до осі серед усіх показників, тобто це підтверджується тим, що регулятивний капітал є найважливішим фактором даного показника серед інших факторів. До другої групи факторів слід віднести  $x_3$  – кошти в банках. Найвіддаленішим фактором від осі є кредитний портфель, це значить, що банк регулятивним капіталом здатний покрити негативні наслідки ризику неповернення кредитів.

Типовий представник першої групи Н3 (норматив адекватності основного капіталу) є  $x_2$  – резерви та фонди, так як даний кластер має найменше значення серед інших кластерів і на евклідовій відстані знаходиться найближче до осі. Представником другої групи є  $x_4$  – загальні активи. Це підтверджується тим, що загальні резерви, які створюються під невизначений ризик при проведенні банківських операцій відіграють важливу роль у

спроможності банку захистити кредиторів від непередбачуваних ризиків, яких може зазнати банк у процесі своєї діяльності.

Таблиця 3

Показник	Середнє значення евклідової відстані до усіх факторів	Середньо-квадратичне відхилення багатомірних відстаней	Таксономічні коефіцієнти рівня факторів	Типовий представник:
Норматив адекватності регулятивного капіталу Н2	$d_0 = 228,37$	$S_0 = 367.9$	$\eta_{16} = 0,98;$ $\eta_{12} = 0,95;$ $\eta_{23} = 0,97;$ $\eta_{14} = 0,77;$ $\eta_{15} = -0,1;$	- першої групи $x_1$ – регулятивний капітал; - другої групи $x_3$ – кошти в інших банках.
Норматив адекватності основного капіталу Н3	$d_0 = 291,6$	$S_0 = 367.9$	$\eta_{23} = 0,99;$ $\eta_{12} = 0,93;$ $\eta_{14} = -0,08$	-першої групи $x_2$ – резерви та фонди; -другої групи $x_4$ – загальні активи.
Норматив адекватності миттєвої ліквідності Н4	$d_0 = 207,57$	$S_0 = 251$	$\eta_{15} = 0,92;$ $\eta_{16} = -0,1;$ $\eta_{23} = 0,91;$ $\eta_{12} = 0,75$ $\eta_{24} = 0,78;$	-першої групи $x_1$ – високоліквідні активи; -другої групи $x_3$ – кошти банків (поточні рахунки)
Норматив адекватності поточної ліквідності Н5	$d_0 = 260,3$	$S_0 = 251$	$\eta_{34} = 0,92;$ $\eta_{15} = 0,83;$ $\eta_{26} = 0,75;$ $\eta_{21} = -0,03;$ $\eta_{23} = 0,43$	-першої групи $x_3$ – цінні папери на продаж; -другої групи $x_5$ – кошти банків (до запитання);

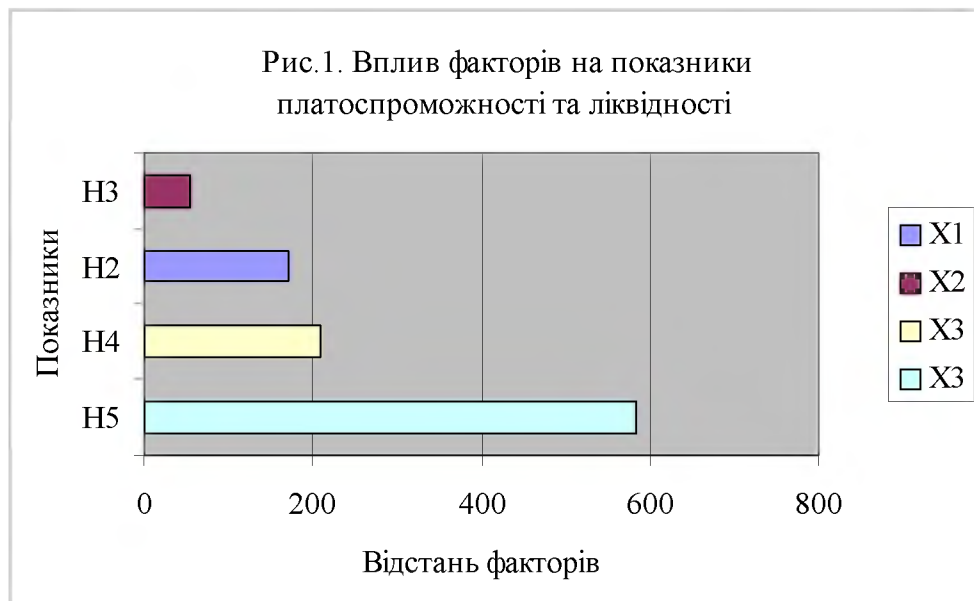
Типовий представник першої групи Н4 (норматив адекватності миттєвої ліквідності) є  $x_1$ -високоліквідні активи, другої  $x_3$ -кошти банків (поточні рахунки). Найближчим фактором до осі є високоліквідні активи, найвіддаленішим – поточні кошти юридичних осіб. А це значить, що банк здатний забезпечити своєчасне виконання своїх грошових зобов'язань за рахунок високоліквідних активів.

Типовий представник першої групи Н5 (норматив адекватності поточної ліквідності) є  $x_3$ - цінні папери на продаж, другої  $x_5$ - кошти банків (до запитання). Найближчим фактором до осі є цінні папери на продаж, найвіддаленішим – високоліквідні активи. Таким чином, банк здатний

визначити збалансованість строків і сум ліквідних активів та зобов'язань банку.

Таксономічні коефіцієнти показують значення наближені до осі, тобто наведені фактори кожного показника позитивно впливають на нормативи платоспроможності та ліквідності.

За ступенем ранжирування можна відобразити найбільш впливові фактори на показники платоспроможності та ліквідності банку (рис.1)



До першої групи слід віднести показник H3 (основного капіталу) із впливовим фактором  $x_2$  - резерви та фонди.

До другої групи відноситься показник H2 (регулятивний капітал) із впливовим фактором  $x_1$  - регулятивний капітал.

До третьої групи відноситься показник H4 (миттєва ліквідність) із впливовим фактором  $x_3$  - кошти банків.

До четвертої групи відноситься показник H5 (поточна ліквідність) із впливовим фактором  $x_3$  - цінні папери на продаж.

Отже, виходячи з вище розглянутого, можна зробити висновок, що кластерний аналіз дає можливість виявити найбільш впливові фактори та виміряти їх кількісний вплив на ліквідність комерційного банку, а також прийняти важливі рішення щодо покращення управління ліквідністю.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Інструкція про порядок регулювання діяльності банків в Україні, затверджена постановою Правління НБУ від 28.08.2001 №368.
2. Малыхин В.И. Математика в экономике: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 356 с. – (Серия «Высшее образование»).
3. <http://banker.kiev.ua>